

Apresentação do Produto

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL COMPÓSITO COM MATRIZ POLIMÉRICA REFORÇADO COM FIBRA DE COCO

Aluno:

Claudio Alvares Menchise

Orientador:

Prof. Dr. Alexandre Alvarenga Palmeira

Coorientador:

Prof. Dr. Sérgio Roberto Montoro

Sumário

1. Introdução

2. Referencial Teórico

3. Materiais e Método

4. Resultados e Discussões

5. Aplicações Práticas

6. Conclusão

1 Introdução

No Brasil, o interesse de grupos de pesquisas na área de engenharia de materiais para desenvolver estudos com fibras vegetais se tornou fortemente crescente devido à necessidade de uma resposta a preservação ambiental.

1 Introdução

As fibras naturais apresentam vantagens ecológicas sendo biodegradáveis e renováveis. Tem ampla variedade de utilização estando associadas ao baixo custo de produção e processamento. Além de ser biodegradável, atóxico, passível de reciclagem, baixa densidade e apresentam boas propriedades mecânicas.

Figura 1 – Fibras Naturais



1 Introdução

A planta *Cocos nucifera* é uma palmeira tropical originária do Sudeste Asiático. É um cultivo em grande expansão, e seu plantio representa um fator relevante na economia de mais de 90 países.

Vale ressaltar que, no Brasil, é uma planta muito encontrada da região litorânea do Nordeste.

Figura 2 – Fibras Naturais



1.1 Objetivo do Estudo

Objetivo Geral

- Caracterizar compósitos usando resina poliéster ortoftálica como matriz polimérica e reforçados com fibras de coco (Cocos nucifera), para aplicar em materiais industriais

Objetivos Específicos

- Definição do tipo de fibra vegetal e matriz polimérica mais adequados para a aplicação;
- Definição da rota de beneficiamento da fibra vegetal;
- Preparação dos corpos de prova para caracterização mecânica e micro estrutural;
- Verificação das propriedades mecânicas do compósito estudado de acordo com a porcentagem de fibra na matriz e os tipos de distribuição da fibra;
- Identificação dos melhores resultados de dureza e resistência à tração e à flexão.

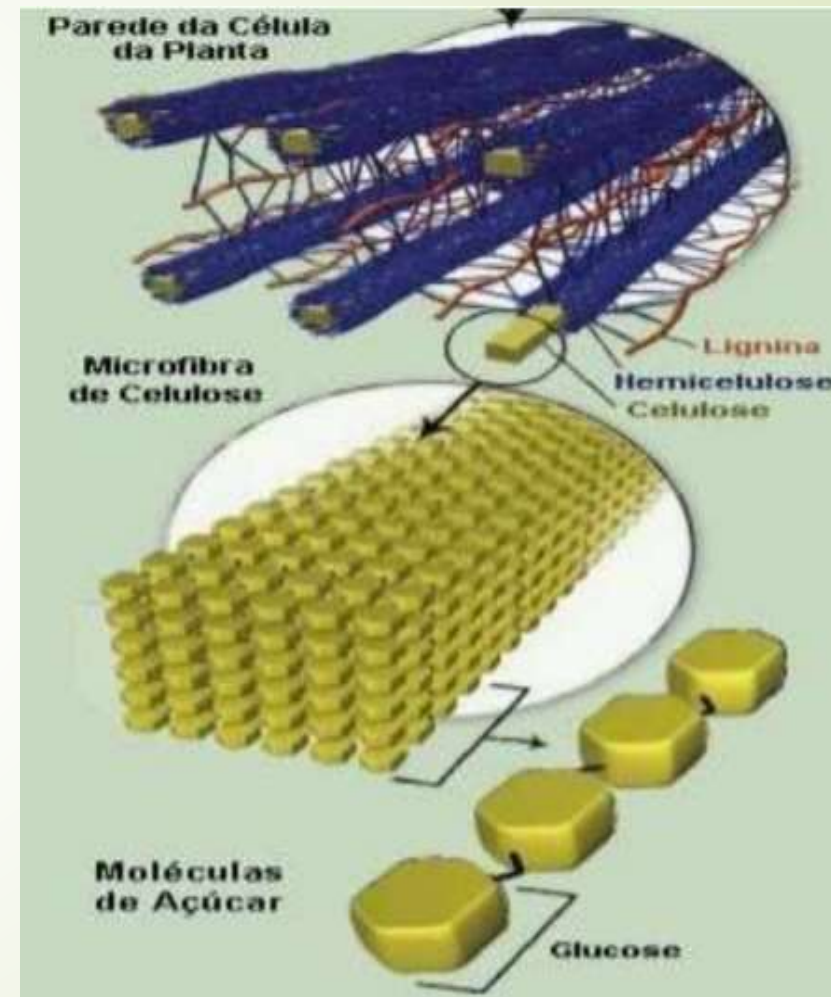
1.2 Justificativa

- Existe uma tendência mundial para o estudo e o desenvolvimento da aplicação de fibras vegetais em substituição das fibras sintéticas, poliméricas, com intuito de reduzir o uso desses materiais de fontes não renováveis.
- Conforme estudos de Pimenta et al. (2015), a utilização da fibra de coco para obtenção de compósitos, é importante, pois além de diminuir a quantidade de resíduos, é um processo barato, natural e renovável. Sendo assim, sua utilização em larga escala se justifica por ter baixo custo, boas propriedades mecânicas e proporcionam a diminuição de resíduos.

2.1 Fibras Naturais

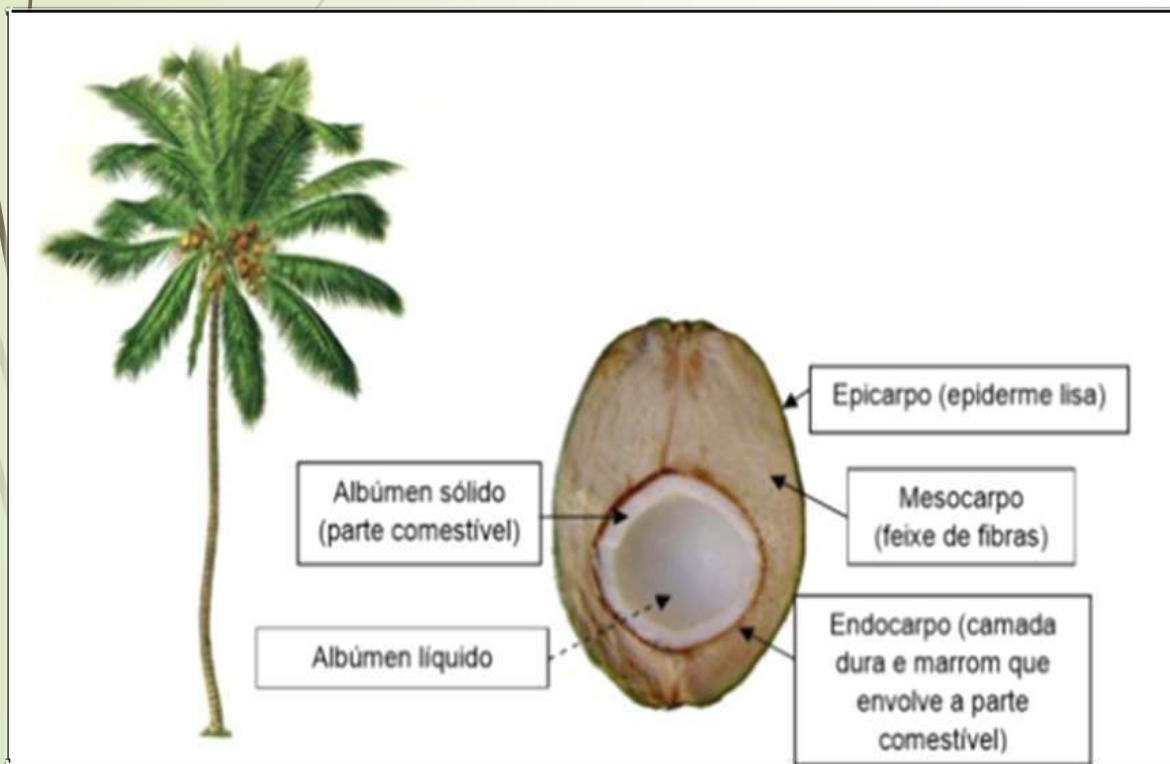
- Celulose
 - Componente Homopolissacarídeo;
 - contribui para a formação de uma estrutura que apresenta alto grau de rigidez;
- Hemicelulose
 - componente da classe heterogênea de polímeros;
- Lignina
 - biopolímero aromático;
 - material que dá a rigidez e resistência às paredes celulares

Figura 3 – Estrutura das fibras naturais



2.2 Coco Nucifera

Figura 4 – Composição



O Brasil produz cerca de 8,1 bilhões de unidades de coco por ano. Este material vêm sendo descartado em locais inapropriados, provocando um enorme problema ambiental, uma vez que, o meio ambiente leva de 8 a 12 anos para decompor os compósitos do fruto.

2.2 Resina Poliéster

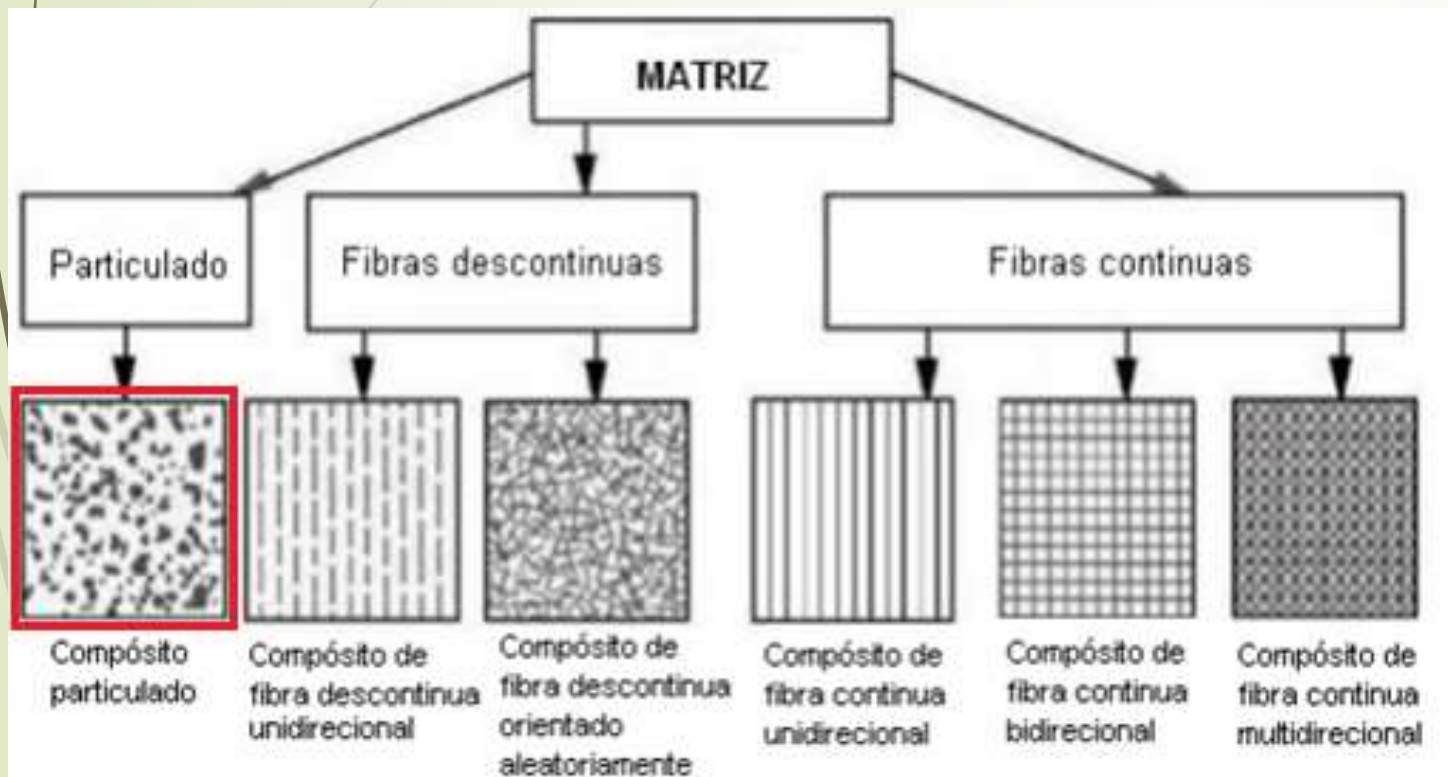
- Resina Poliester – Ortoftálicas: As propriedades e métodos de obtenção das resinas ortoftálicas tornam seu uso mais comuns e de menor custo para usos básicos não nobres

Figura 5 – Resina poliéster



2.3 Compósitos Poliméricos

Figura 6 – Principais tipos de Compósitos

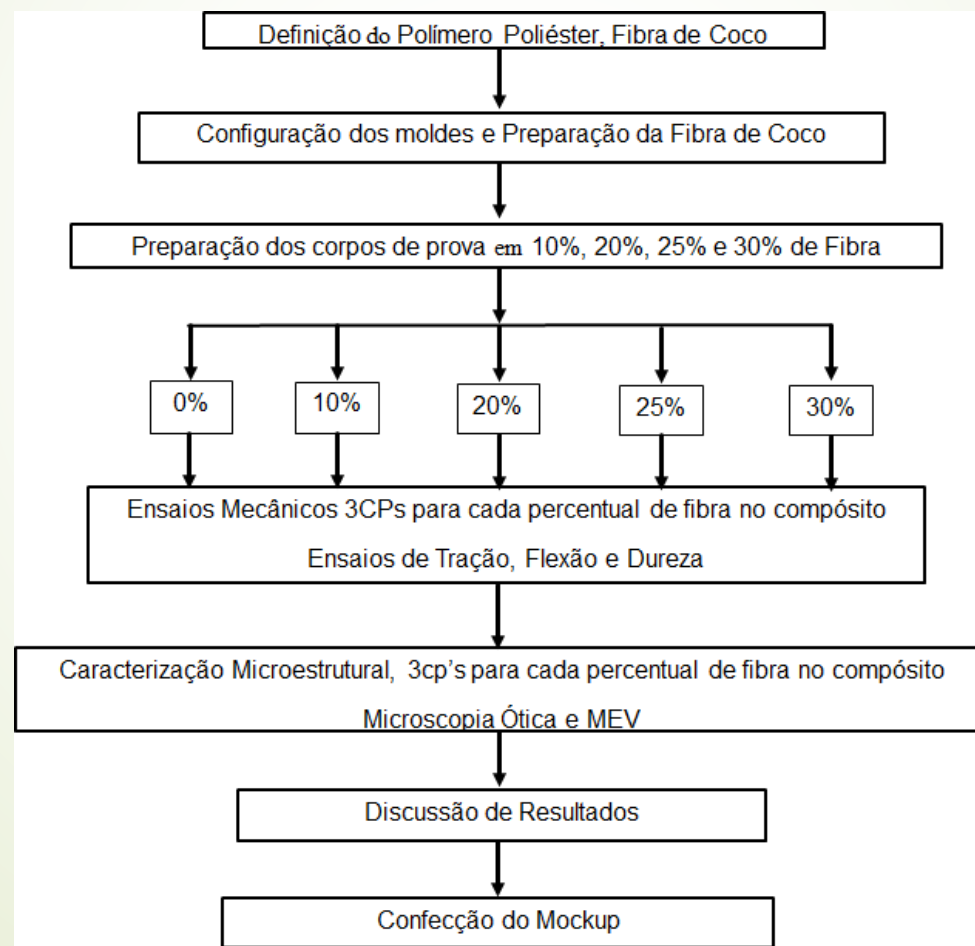


São materiais multifásicos que podem ser subdivididos em:

- compósitos com partículas grandes e;
- compósitos reforçados por dispersão, cuja diferença entre eles está baseada no mecanismo de reforço ou de aumento de resistência

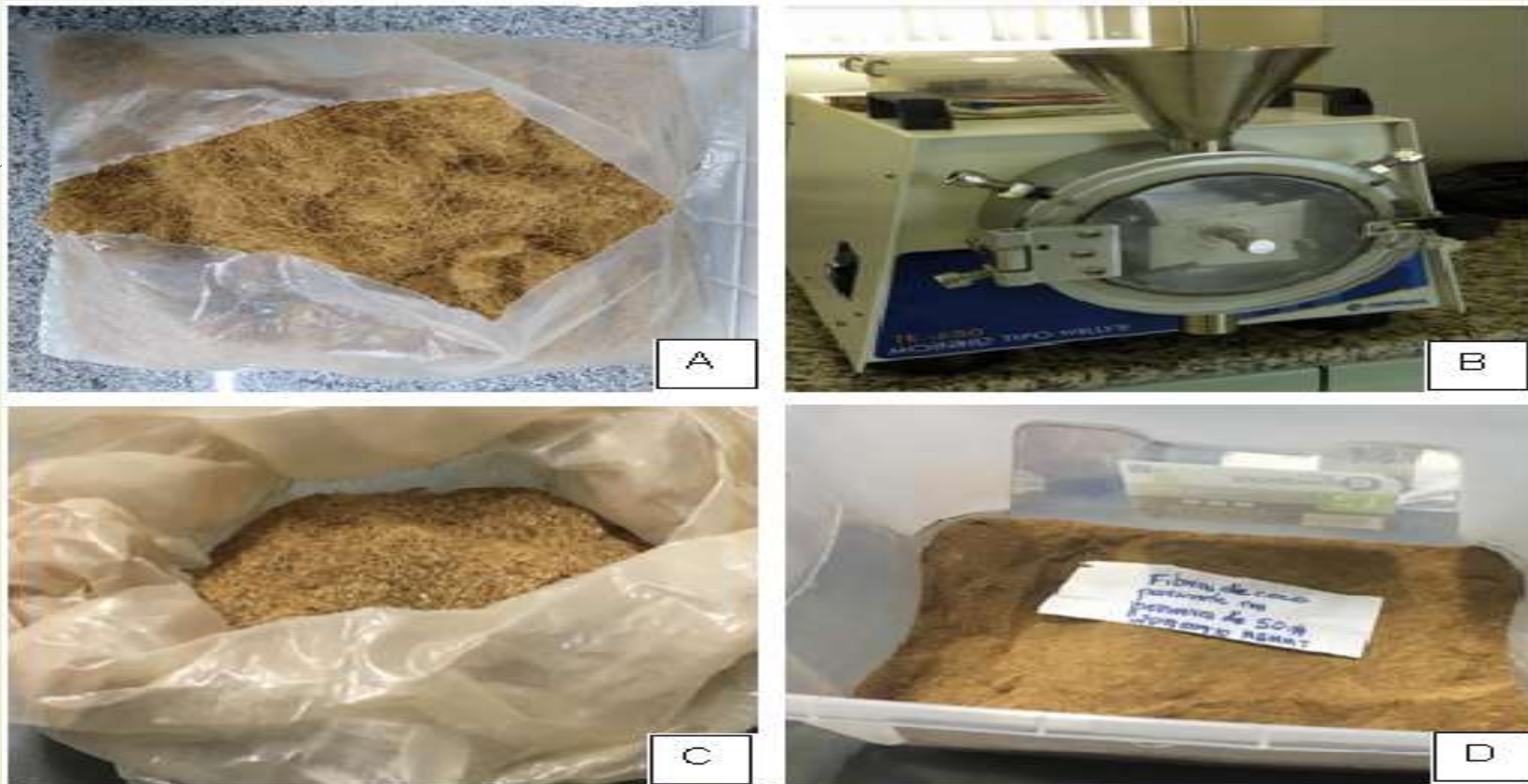
3 Materiais e Método de Pesquisa

Figura 7 – Fluxograma



3.2 Materiais Utilizados

Figura 8 – A) Fibra de coco longa, B) Moinho de polímeros, C) Fibras de coco triturada e D) Fibra de coco peneirada



3.2 Materiais Utilizados

- Cera de carnaúba TecGlaze-N
- Borracha de silicone e catalisador.
- Resina Poliéster
- Catalisador – Butanox 50

Figura 9 – Materiais utilizados no Processo



3.3 Moldes

- Foram preparados conforme os padrões da norma ASTM D 638 – 14.
- Foram utilizados borracha de silicone líquida, catalisador, desmoldante placa de vidro como base, massa acrílica de modelagem e corpos de prova de copolímero.

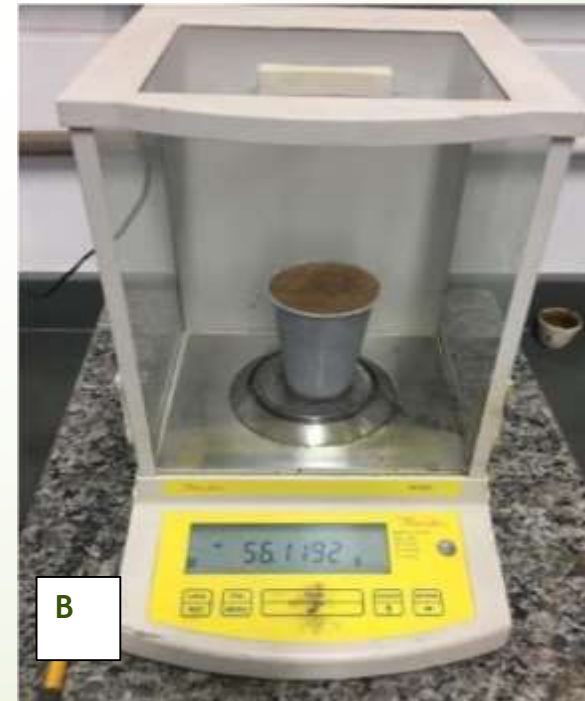
Figura 10 – Preparação dos moldes



3.4 Preparação

Para cada percentual foram preparados 60g de compósito, quantidade esta suficiente para preparar todos CP's. Os materiais foram pesados em balança analítica de precisão com capacidade de 200g.

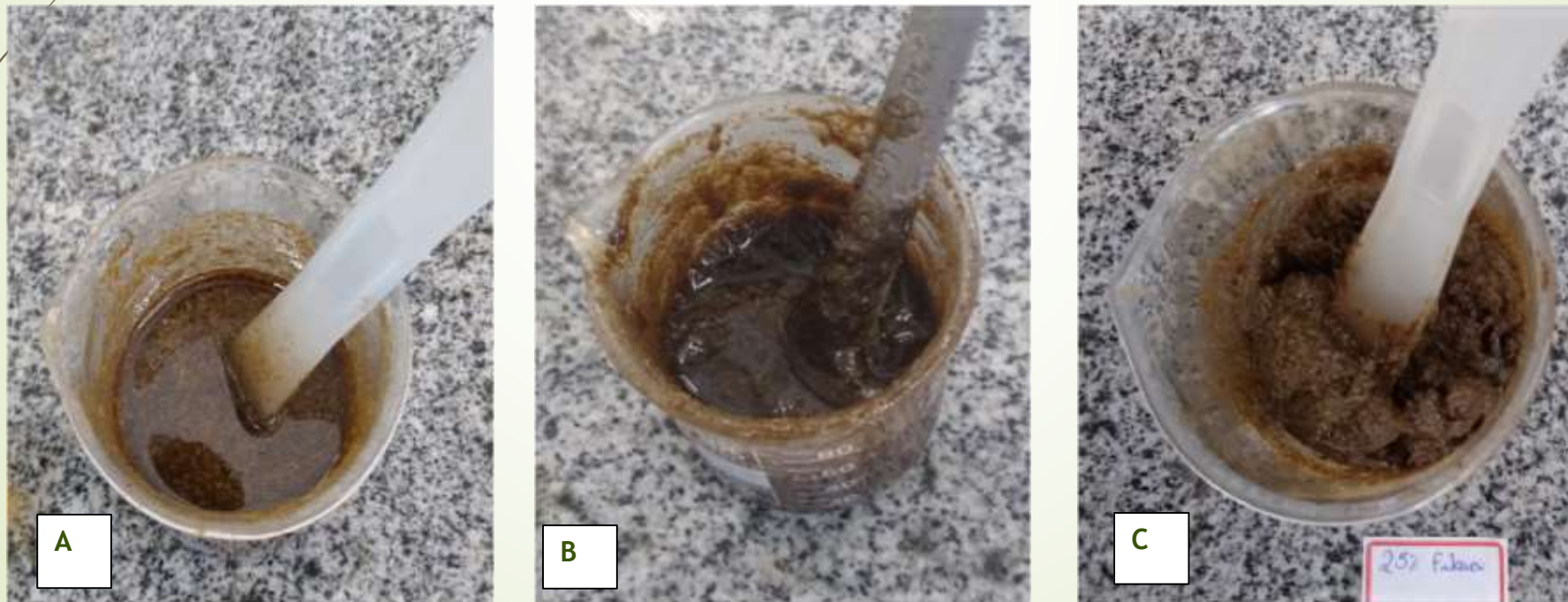
Figura 12 – A) Preparação e B) Pesagem do material



3.4 Preparação

Preparou-se uma mistura da resina com a fibra de coco em um bécker de vidro com auxílio de uma espátula até que toda a fibra estivesse encharcada de resina.

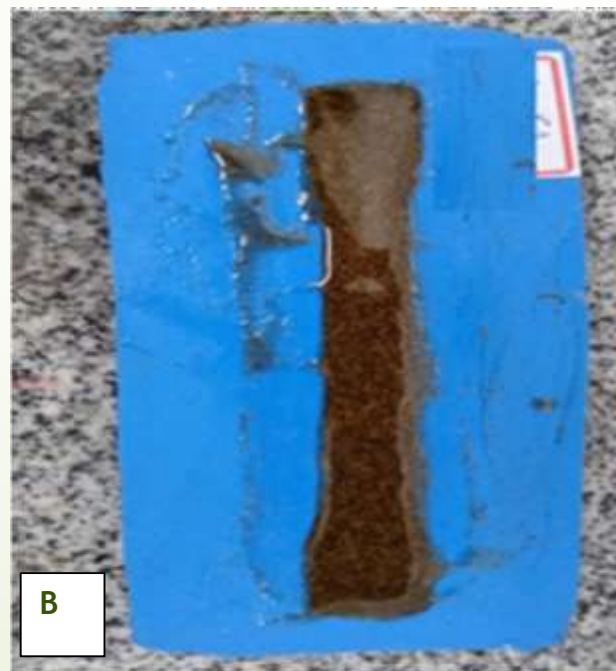
Figura 13 – Mistura da resina com fibra. A - Mistura com 10% de fibra; B - Mistura de 20%; C – Mistura com 25% de fibra.



3.4 Preparação

Com auxílio de uma pipeta o endurecedor foi acrescentado vagarosamente para não acelerar a polimerização da resina. Misturou-se o endurecedor de maneira que ficasse homogêneo com a resina. Em seguida a mistura foi acomodada nos moldes pré-untados.

Figura 14 – A) Adição do endurecedor a mistura resina/fibra. B) Conformação dos CP's nos moldes. C - Molde



3.5 Aferições dos Corpos

Foi utilizado um Micrômetro Digimes com resolução 0,01 e capacidade de 25 mm e Paquímetro com capacidade de 150 mm adotando as seguintes sequências de medições:

- ✓ CPs de ensaios de flexão: aferição de Largura e Espessura em Três pontos;.
- ✓ CPs de ensaios de tração: aferição de Largura e Espessura em três pontos (central, 3 cm à direita e 3 cm à esquerda).

Figura 15 – A) Micrômetro Digimes, B) Paquímetro



3.5 Aferições dos Corpos

No ensaio de tração do corpo de prova é submetido a um esforço que tende a alongá-lo ou esticá-lo até à ruptura.

Figura 16 – Equipamentos para ensaios de Tração



Os cp's foram ensaiados conforme a norma ASTM D 638 – 14.

3.5 Aferições dos Corpos

Ensaio de flexão consiste na aplicação de uma carga crescente em determinados pontos de uma barra

Figura 17 – Máquina para Ensaio de Flexão

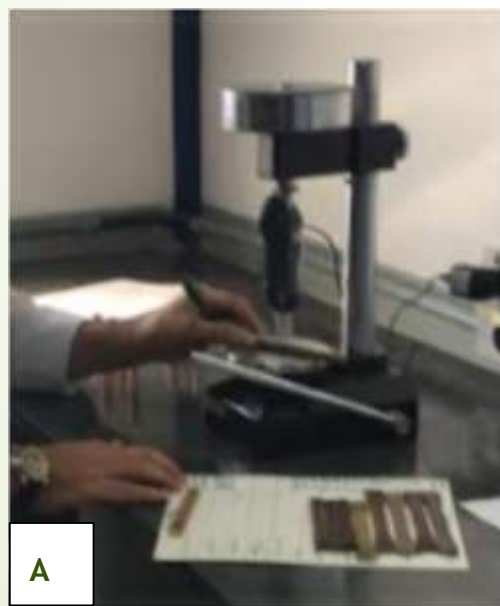


Os ensaios de resistência à flexão foram realizados Segundo norma ASTM D 638 –

3.5 Aferições dos Corpos

Dureza é uma propriedade mecânica que está ligada a resistência que um determinado material apresenta ao risco ou à formação de uma marca permanente quando o material é pressionado.

Figura 18 – A) Ensaio de dureza e B) resultados de dureza



A

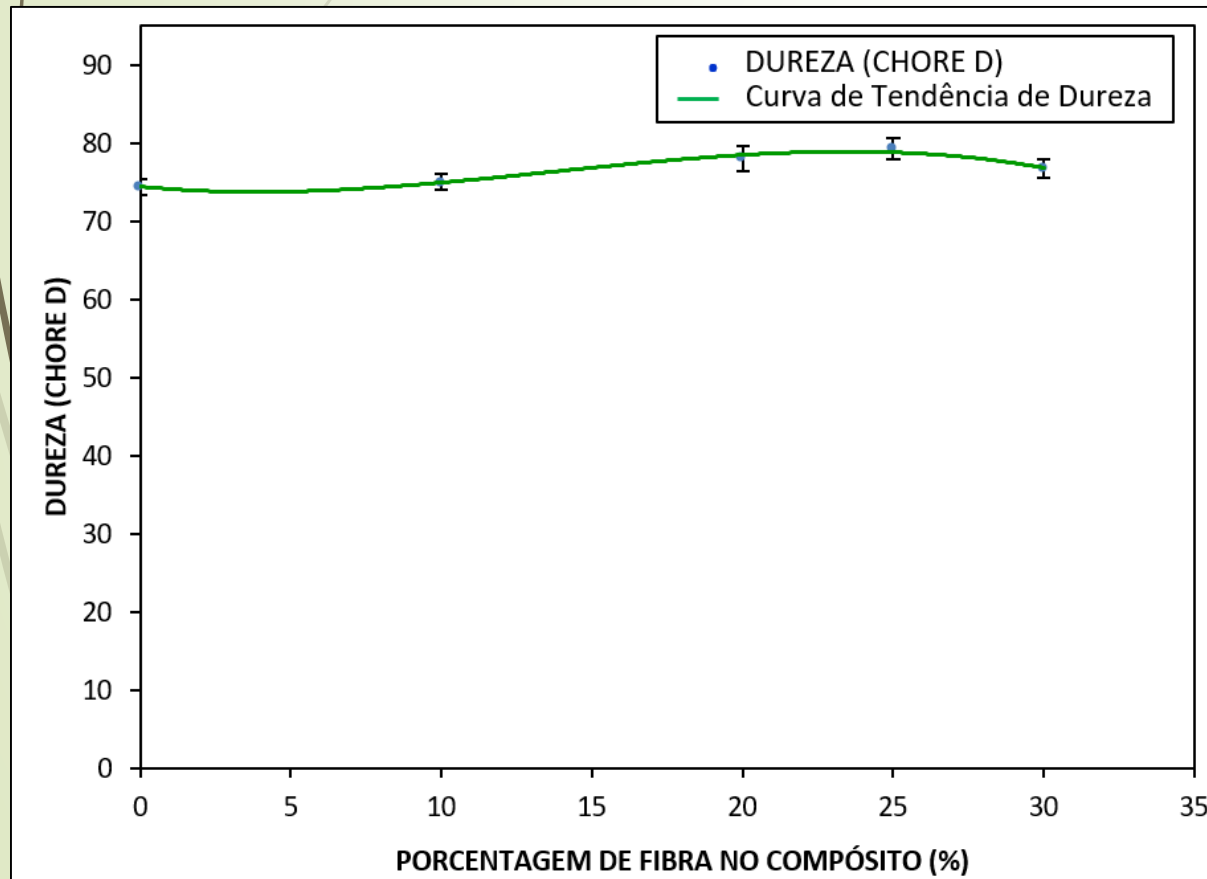


B

O ensaio de dureza foi realizado com base na norma NBR 7456.

4. Resultados e Discussões

Figura 19 – Gráfico obtido dos resultados de dureza dos cp's com de 0, 10, 20, 25 e 30% de fibra de coco

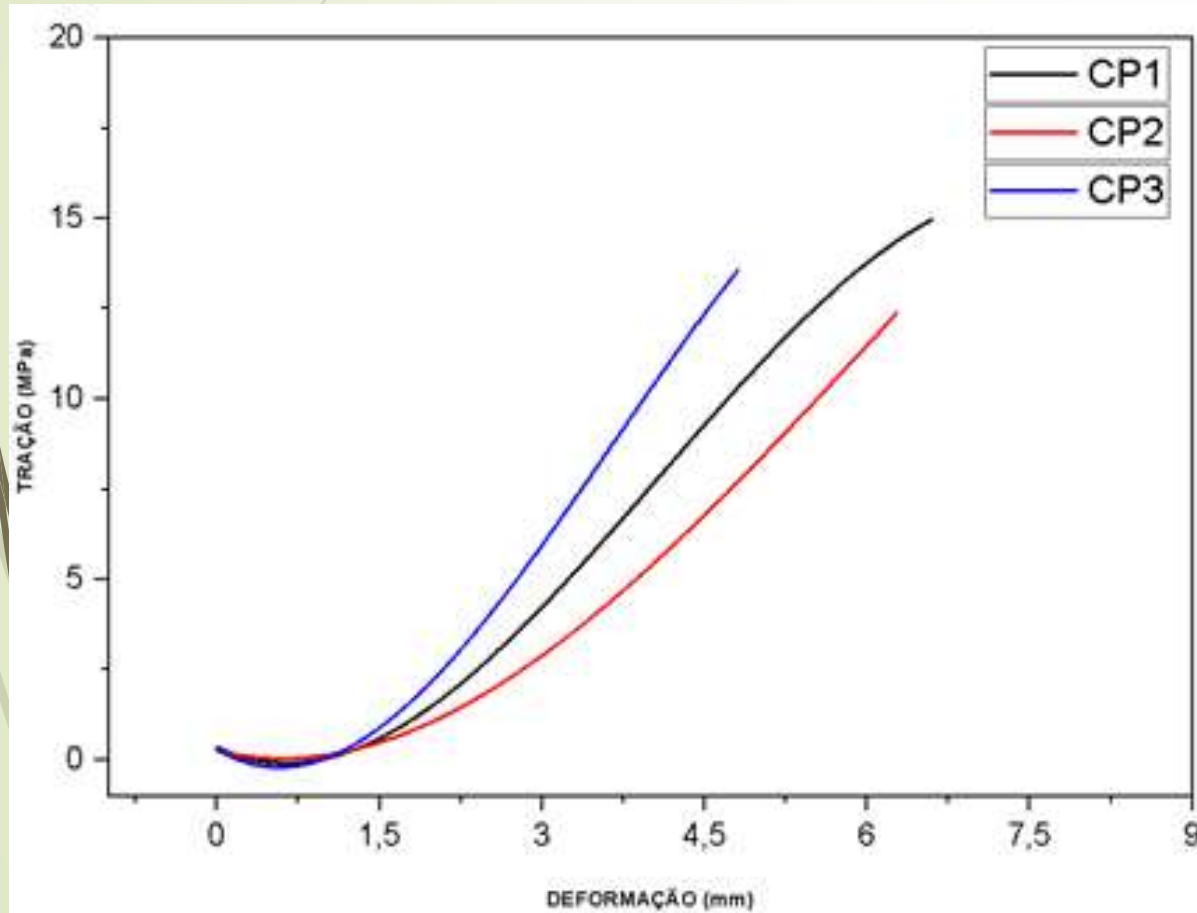


Ensaio de Dureza

A figura apresenta o resultado dos ensaios de dureza em laboratório dos corpos de prova feitos com porcentagens de 0, 10, 20, 25 e 30% de fibra de coco triturada e resina poliéster. Pode-se observar que o maior resultado de 80,64 MPa foi obtido com 25% de fibra no compósito.

4. Resultados e Discussões

Figura 20 – Curva de Tração x Deformação Obtida no Ensaio de Tração com Resina Pura

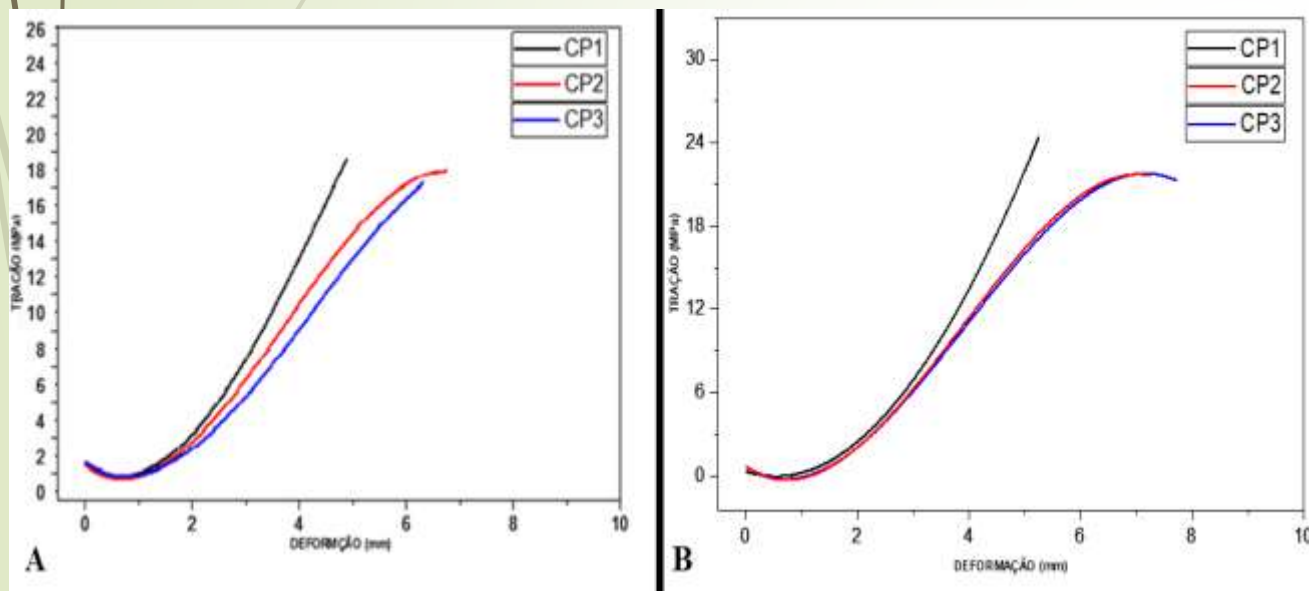


Ensaio de Tração

Na figura observamos o gráfico com os cp's confeccionados apenas com resina poliéster, sendo o cp1, representado pela linha preta, o que obteve o melhor resultado, um limite de resistência a tração de 15,01 MPa.

4. Resultados e Discussões

Figura 21 – Curva de Tração x Deformação
Obtida no Ensaio de Tração com Resina com
reforço de Fibra. A - 10%; B - 20%



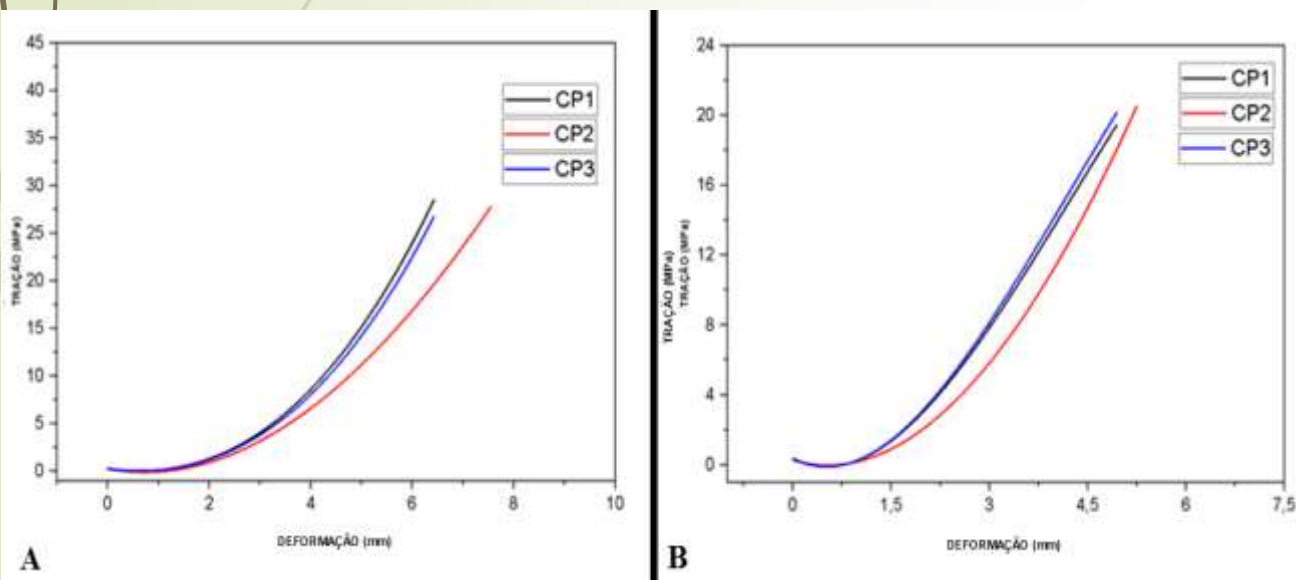
Ensaio de Tração

O corpo de prova com 10 % de fibra que obteve o melhor desempenho para o limite de resistência à tração foi de 18,13 MPa.

O corpo de prova com 20% que obteve o melhor desempenho para o limite de resistência à tração foi de 25,48 MPa.

4. Resultados e Discussões

Figura 22 – Curva de Tração x Deformação Obtida no Ensaio de Tração com Resina com reforço de Fibra. A - 25%; B - 30%



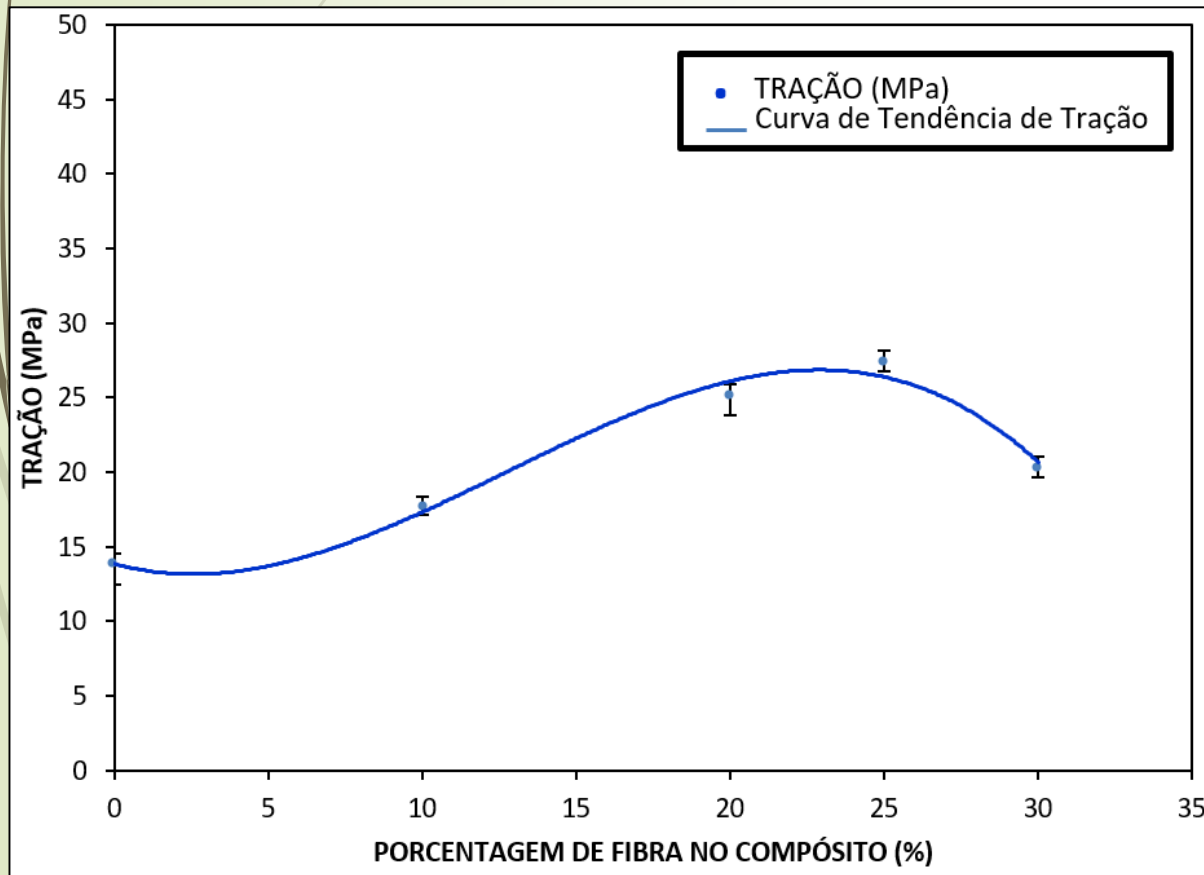
Ensaio de Tração

O corpo de prova com 25% que obteve o melhor desempenho para o limite de resistência à tração foi de 28,13 MPa.

O corpo de prova com 30% que obteve o melhor desempenho para o limite de resistência à tração foi de 21,09 MPa.

4. Resultados e Discussões

Figura 23 – Gráfico Obtido das Médias de 0, 10, 20, 25 e 30% dos Ensaio de Tração

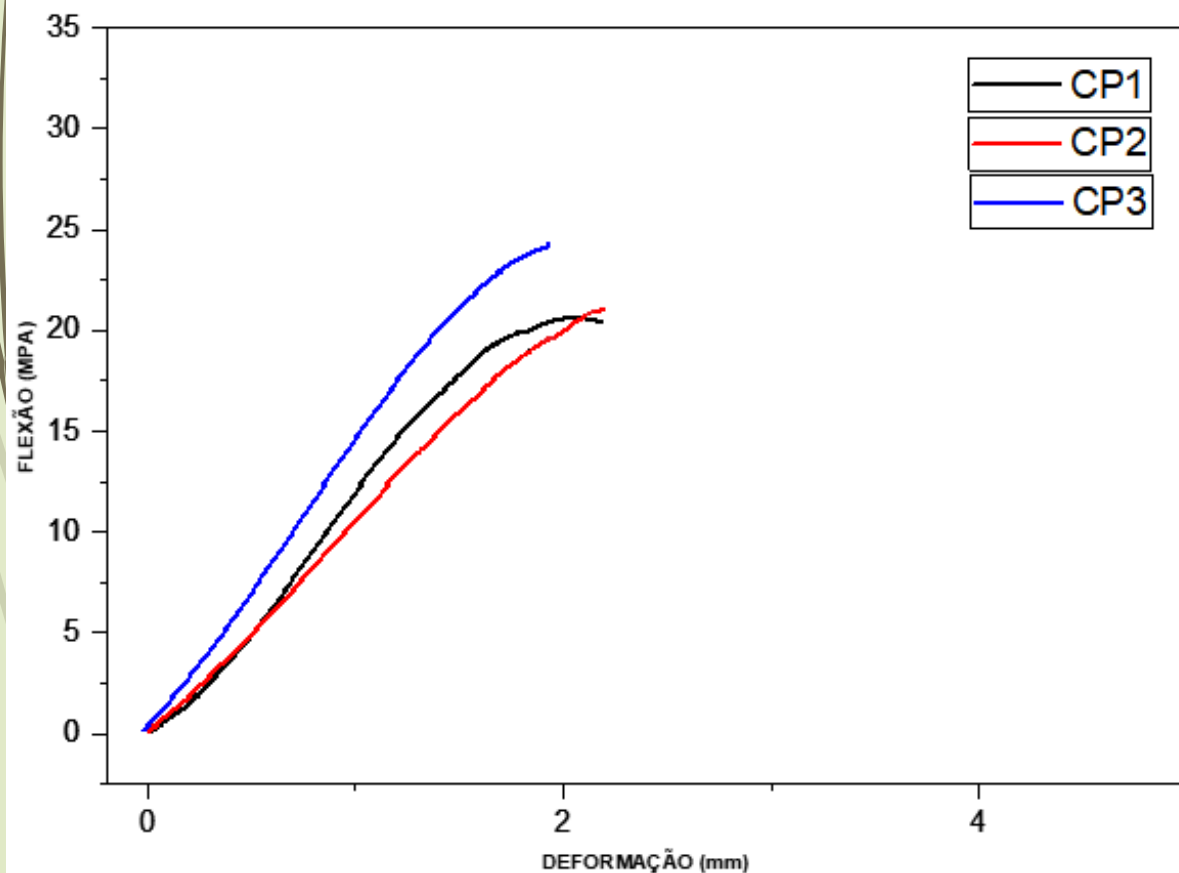


Ensaio de Tração

A figura apresenta o resultado dos ensaios de tração em laboratório dos corpos de prova feitos com porcentagens de 0, 10, 20, 25 e 30% de fibra de coco triturada e resina poliéster. Pode-se observar que o maior resultado foi obtido com 25% de fibra no compósito.

4. Resultados e Discussões

Figura 24 – Curva de Flexão x Deformação Obtida no Ensaio de Flexão com Resina Pura

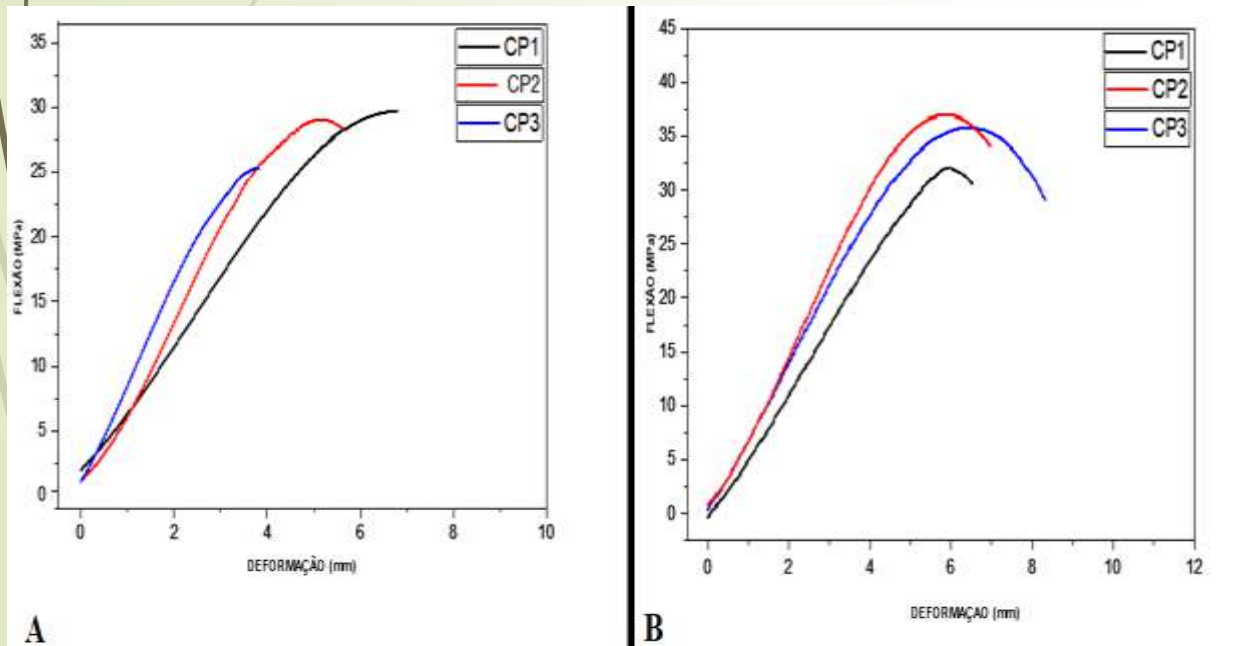


Ensaio de Flexão

Na figura observamos o gráfico com os cp's confeccionados apenas com resina poliéster, sendo o cp1, representado pela linha azul, o que obteve o melhor resultado, um limite de resistência a flexão de 24,43 MPa.

4. Resultados e Discussões

Figura 25 – Curva de Flexão x Deformação
Obtida no Ensaio de Flexão com Resina com
reforço de Fibra. A - 10%; B - 20%



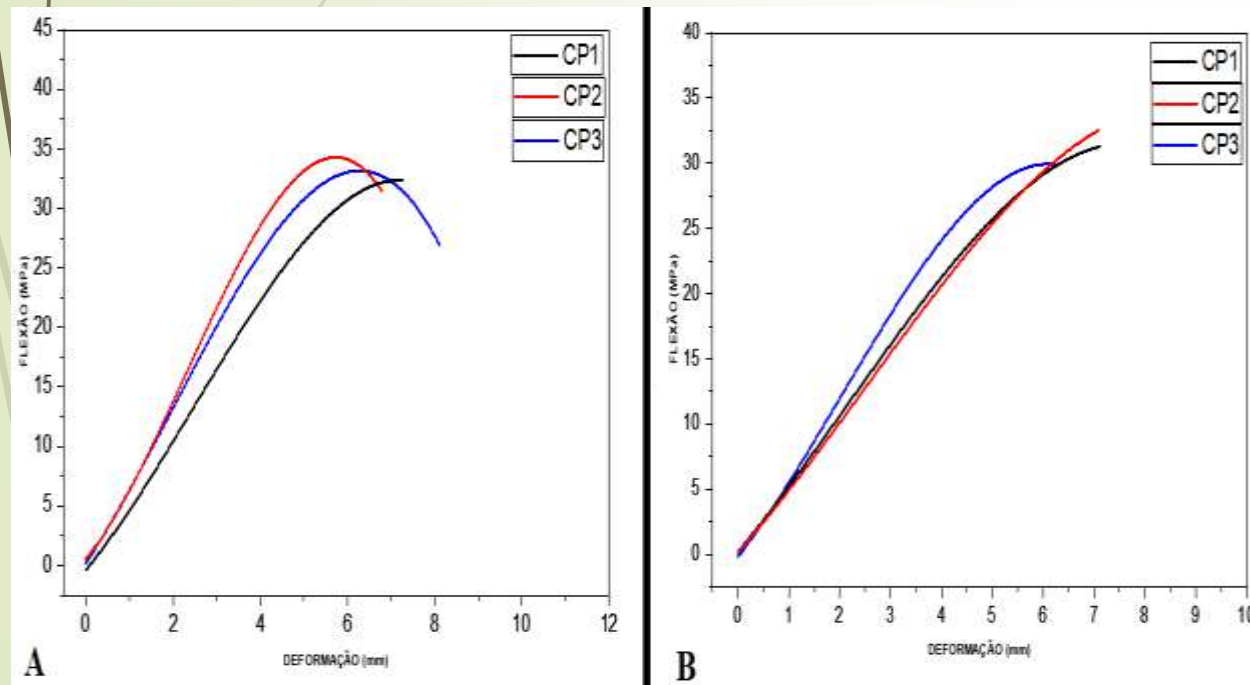
Ensaio de Flexão

O corpo de prova com 10 % que obteve melhor desempenho para a tensão de flexão foi de 27,98 MPa.

O corpo de prova com 20 % que obteve melhor desempenho para a tensão de flexão foi de 37,12 MPa.

4. Resultados e Discussões

Figura 26 – Curva de Flexão x Deformação Obtida no Ensaio de Flexão com Resina com reforço de Fibra. A - 25%; B - 30%



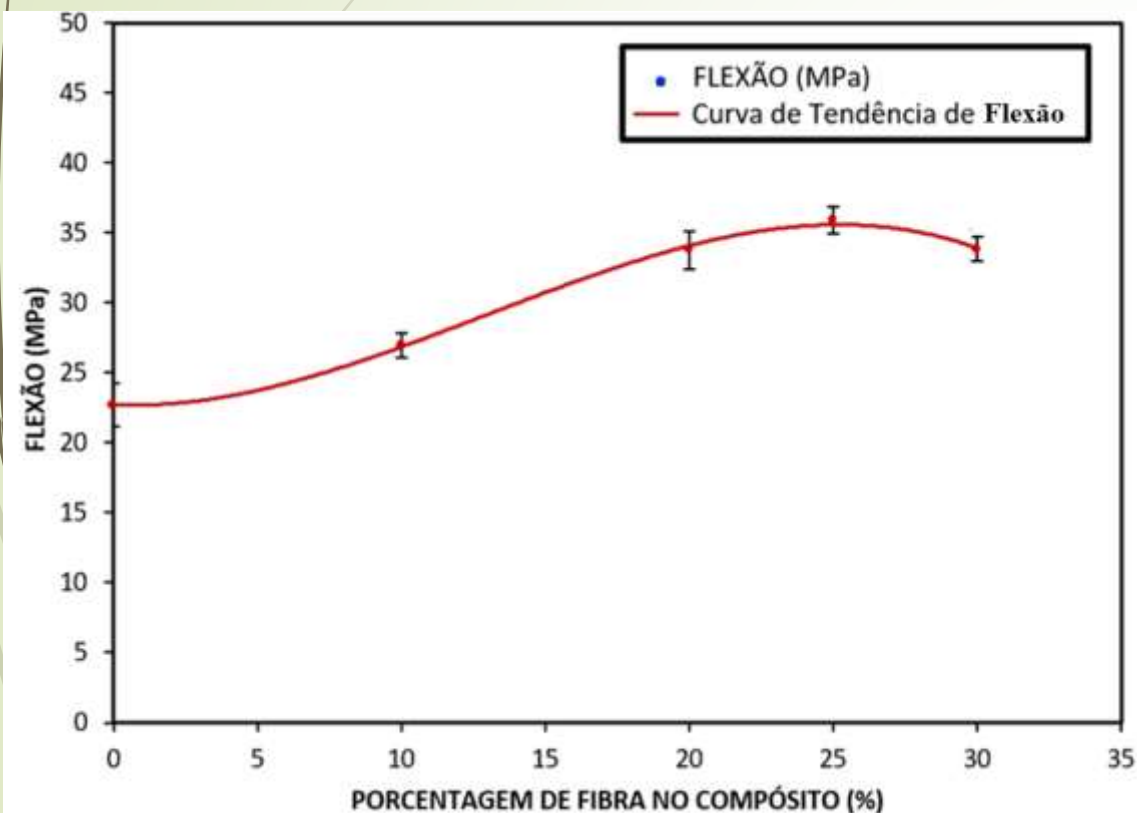
Ensaio de Flexão

O corpo de prova com 25 % que obteve melhor desempenho para a tensão de flexão foi de 36,93 MPa.

O corpo de prova com 30 % que obteve melhor desempenho para a tensão de flexão foi de 33,81 MPa.

4. Resultados e Discussões

Figura 27 – Gráfico Obtido das Médias de 0, 10, 20, 25 e 30% dos Ensaio de Flexão

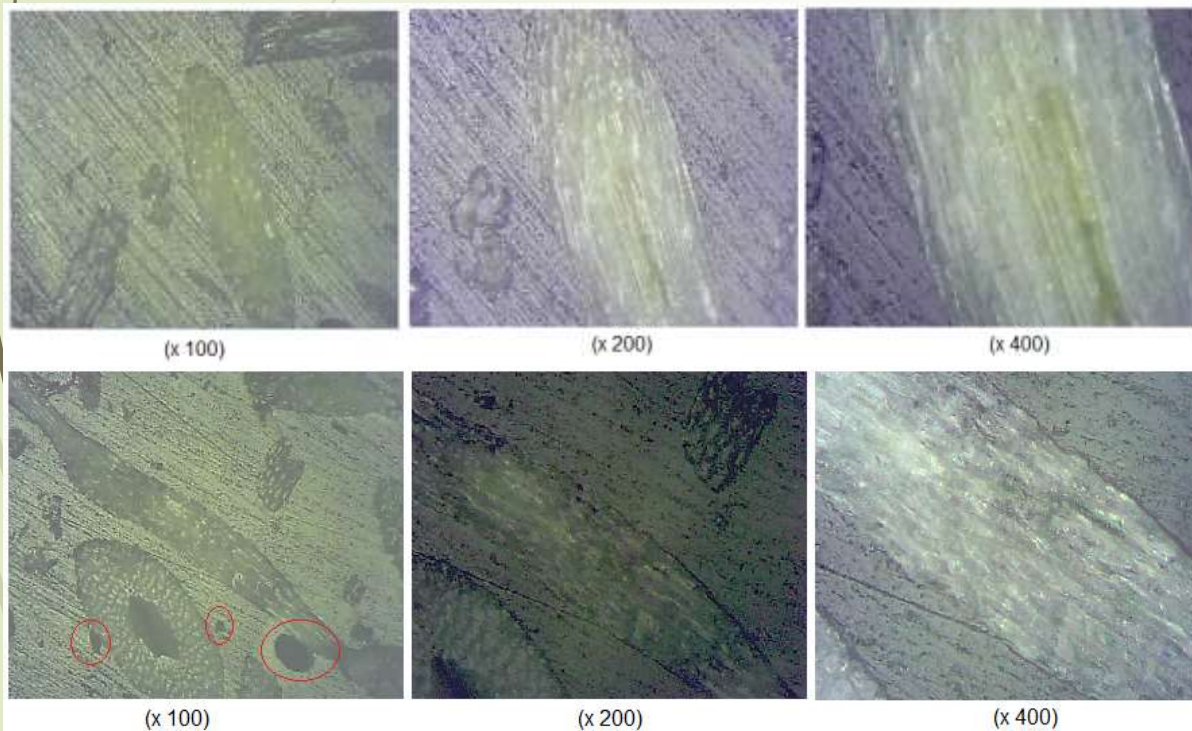


Ensaio de Flexão

A figura apresenta o resultado dos ensaios de flexão em laboratório dos corpos de prova feitos com porcentagens de 0, 10, 20, 25 e 30% de fibra de coco triturada e resina poliéster. Pode-se observar que o maior resultado foi obtido com 25% de fibra no compósito.

4. Resultados e Discussões

Figura 28 – Microscopia óptica CP com 10 e 20

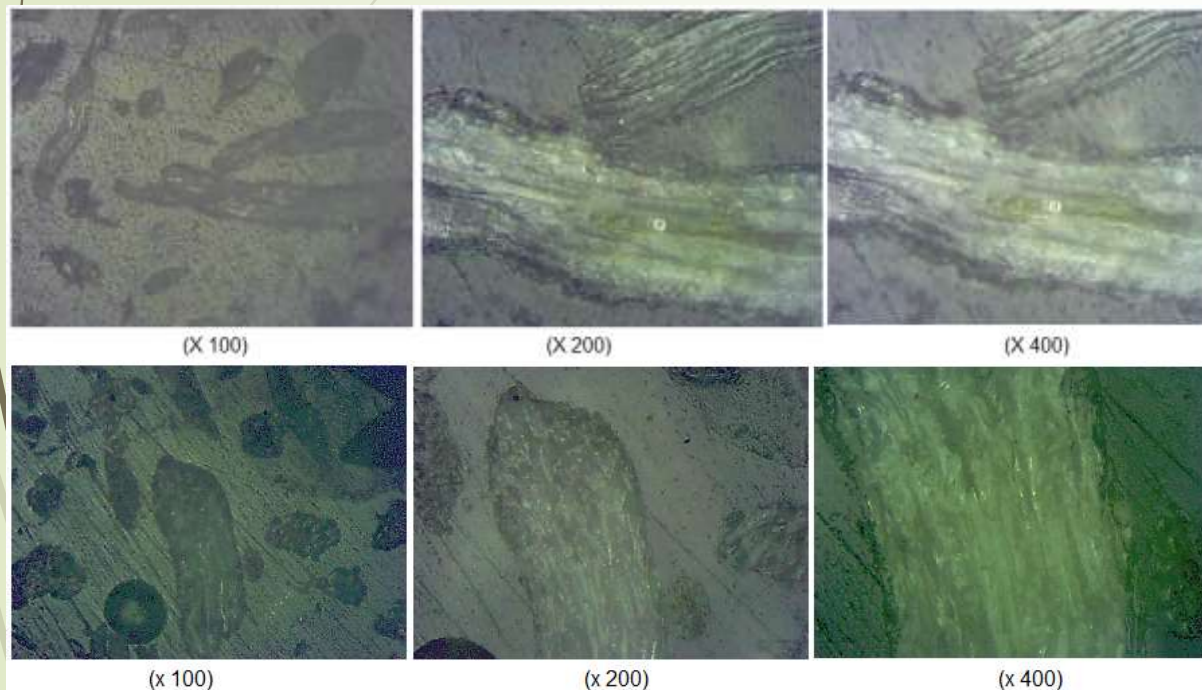


Microscopia óptica

Foram analisadas as regiões de corte longitudinal dos CP's com 10,20,25 e 30% de fibra de coco na sua composição

4. Resultados e Discussões

Figura 29 – Microscopia óptica CP com 25 e 30

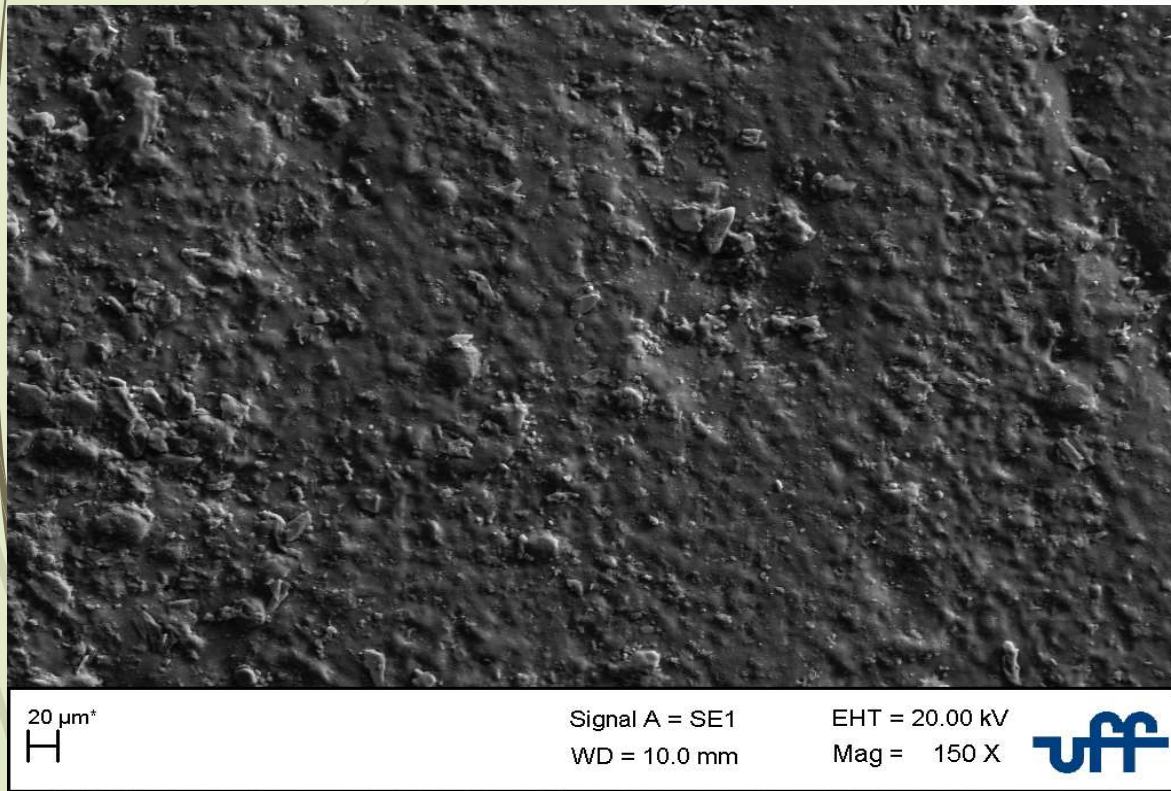


Microscopia óptica

Foram analisadas as regiões de corte longitudinal dos CP's com 10,20,25 e 30% de fibra de coco na sua composição

4. Resultados e Discussões

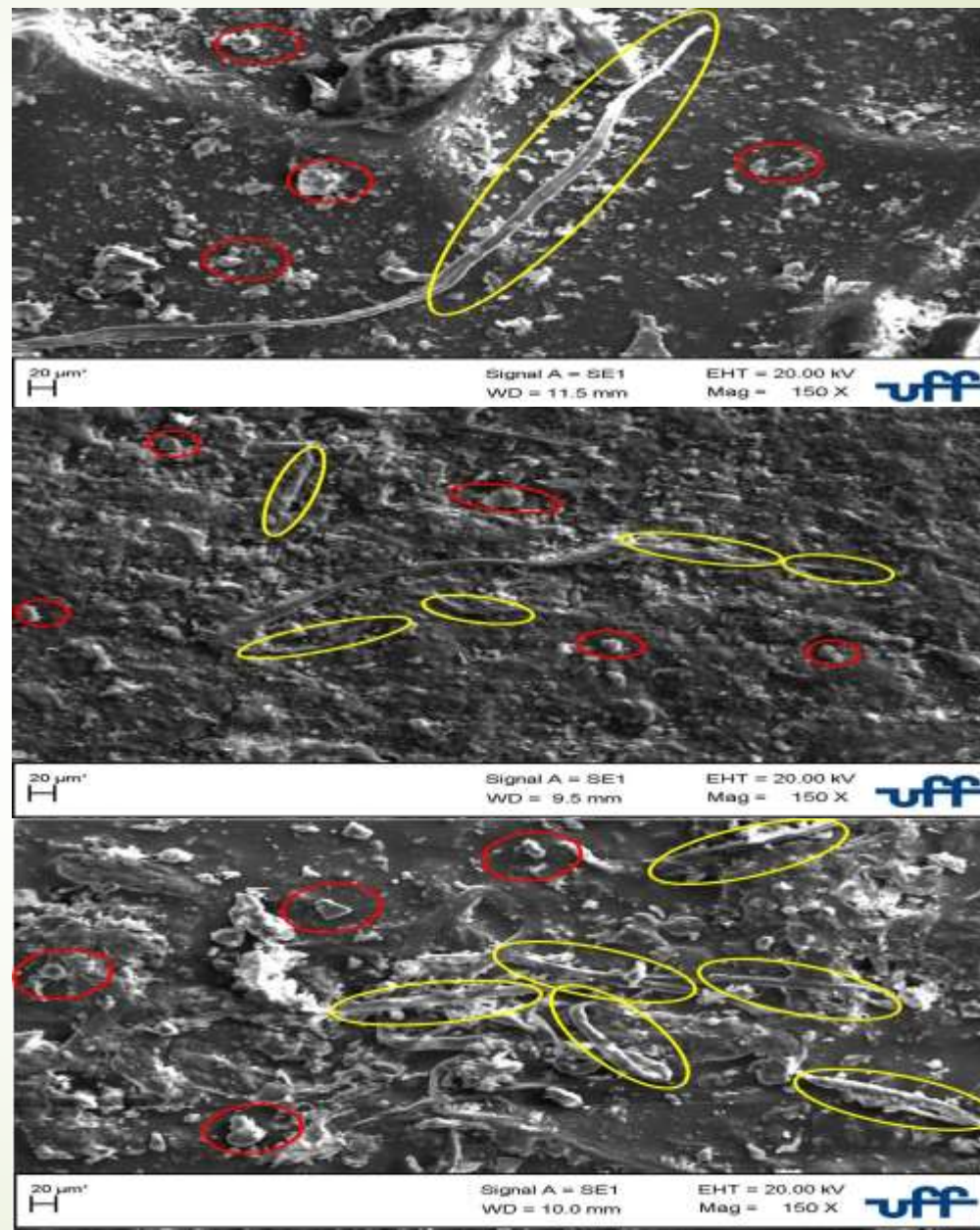
Figura 30 – Cp de resina poliéster pura



A microscopia eletrônica de varredura para caracterização dos compósitos poliméricos reforçados com fibras vegetais permite analisar através das imagens obtidas o que ocorre na interface fibra matriz. Para análise dos comprimentos e diâmetros das partículas foi utilizado o programa de análises de imagens o Image J.

4. Resultados e Discussões


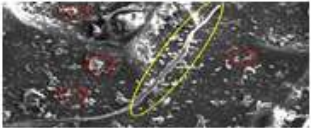


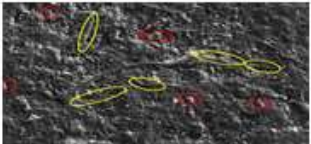


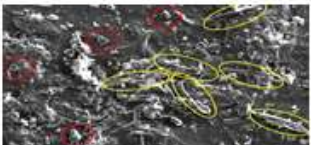


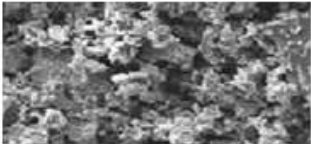

Figura 31 – MEV-Fibra de coco com 10 %, 20% e 25% de fibras



4. Resultados e Discussões

Foram comparados os melhores resultados de dureza, os limites de resistência à tração e flexão, as imagens da microscopia óptica e MEV, e o aspecto das peças feitas com cada concentração de fibra de coco.

Figura 32 – Comparativo dos Compósitos

Compósitos	Dureza Máxima (Shore D)	Microscopia Óptica (200x)	MEV (150x)	Aspecto do cp
10% fibra de coco e resina poliéster	78,96			
20% fibra de coco e resina poliéster	78,59			
25% fibra de coco e resina poliéster	78,84			
30% fibra de coco e resina poliéster	79,13			

4. Resultados e Discussões

Observa-se uma tendência na tração e flexão nos experimentos de resina poliéster e fibra de coco.

Figura 33 – Comparativo de pesquisas

#	Trabalhos	Resistência à Tração (MPa)	Resistência à Flexão (MPa)	Autores
	Resultados obtidos neste trabalho, resina poliéster 0% fibra de coco 10% fibra de coco 20% fibra de coco 25% fibra de coco 30% fibra de coco	15,01 Mpa 17,65 Mpa 23,49 Mpa 27,81 Mpa 20,09 Mpa	21,10 Mpa 27,39 Mpa 31,94 Mpa 35,06 Mpa 33,45 Mpa	Próprio Autor (2021)
1	Resina poliéster 40% de fibra de coco	11,00 Mpa	33,50 Mpa	Oliveira (2018)
2	Resina poliéster 30% de fibra de coco	24,00 Mpa	72,00 Mpa	Taborda (2014)
3	Resina poliéster 30% de fibra de coco	18 Mpa	55 Mpa	Bezerra (2014)
4	Resina poliéster 30% de fibra de coco	21,88 Mpa	-----	Ortiz (2017)
5	Madeira como material estrutural e resina poliéster 10% de fibra de coco	-----	120,00 Mpa	Ferreira et al. (2017)
6	Resina poliéster 7,5% de fibra de coco e 7,5 fibra de vidro	38,6 Mpa	89,2 Mpa	Guerrero et al. (2013)
7	Resina poliestireno de alto impacto 20% de fibra de coco	25,00 Mpa	47,00 Mpa	Benini (2011)
8	Resina epóxi 30% de fibra de coco	17,7 Mpa	37,33 Mpa	Gonçalves (2010)
9	Resina epóxi 12% de fibra de banana	20 Mpa	126,67 Mpa	Badrinath e Senthilvela n (2014)
10	Resina epóxi 30% de fibra de juta	51 Mpa	173 Mpa	Pires (2009a)

5. Aplicações Práticas

Figura 34 – Manete com bateria e medição da temperatura



Como observado no teste com bateria, não ocorre mudança de temperatura significativa, portanto o compósito com 25% de fibra de coco e resina poliéster pode ser aplicado na confecção de carcaças para equipamentos que demandam baixa voltagem de alimentação.

5. Aplicações Práticas

Figura 35 – Produtos realizados



- A viabilidade técnica de produção de um compósito de fibra de coco e resina poliéster foi comprovada neste estudo com base nos resultados obtidos nos ensaios mecânicos e análise microestrutural. Comparando os resultados de dureza, tração e flexão dos Cp's reforçados com fibra de coco e os Cp's com resina poliéster pura constatamos que a fibra influencia no aumento da dureza, resistência à tração e resistência à flexão.
- Em relação a composição mássica de fibra de coco, o aumento de dureza e resistência é crescente até 25% de fibra de coco em relação a massa de resina poliéster apresentando uma média para dureza de 79,26 (SHORE D), média para tração de 27,43 MPa e média para flexão de 35,91 MPa, na concentração de 30% de fibra de coco os valores de dureza, resistência a tração e flexão começam a decair, mostrando uma tendência a fragilidade para o material.
- Em síntese, a adição de fibras de coco em compósitos poliméricos reduz o custo polímeros. O uso das fibra naturais nos compósitos possibilitam um alto custo-benefício, boas propriedades mecânicas (flexão e tração), reduzem a poluição assim contribuindo para um desenvolvimento sustentável.
- Como proposição de estudos futuros ficam abertos caminhos para experimentos que caracterizem o material com a adição da fibra de vidro e também a realização de outros tipos de ensaios mecânicos.

Referências

- AZEVEDO, C. D. O., RIBEIRO, D. Diversidade genética de populações de coqueiro (Cocos nuciferaL). Via marcadores ssr Universidade Estadual do Norte Fluminense UENF Campos dos Goytacazes – RJ, 2014. 58p.
- BRASIL Sindifibras. Lideranças do setor de fibras naturais do Brasil. Disponível em:<http://www.fieb.org.br/Noticia/6717/Liderancas-do-setor-de-fibras-naturais-do-Brasil-se-reunem-na-Bahia.aspx>. Acesso em: 03 de maio de 2019.
- BENASSI, Antonio Carlos; César José Fanton; Enilton Nascimento de Santana. O cultivo do coqueiro-anão-verde: tecnologias de produção. Vitória, ES :Incaper, 2013.
- CALLISTER JR, W. D. Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. LTC: Rio de Janeiro, 2008.
- CASTILHOS, L. F. F. Aproveitamento da fibra de coco. Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, 2011.

Referências

- CASTILHOS, L. F. F. Aproveitamento da fibra de coco. Serviço Brasileiro de respostas técnicas. Instituto de Tecnologia
- do Paraná, 2011. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTY0MA>>. Acesso em: 03 de maio, 2020.
- CAVALCANTE, L.V. A Diversidade da Geografia Brasileira: a nova geografia da produção de coco no Brasil escalas e dimensões da análise e da ação de 9 a 12 de outubro de 2015. XI ENCONTRO NACIONAL DA AMPEGE.
- EMBRAPA. Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa. Sistema Alternativo de Produção de Coco. 2018. 19p.
- FARIAS, J. Modificação superficial de fibras de coco por tratamento a plasma para utilização como fase de reforço em amido termoplástico. Projeto Final de Graduação UFRJ/ Escola Politécnica, Novembro 2012.

OBRIGADO!!!

